

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PUBLICATION NUMBER : 06319250
 PUBLICATION DATE : 15-11-94

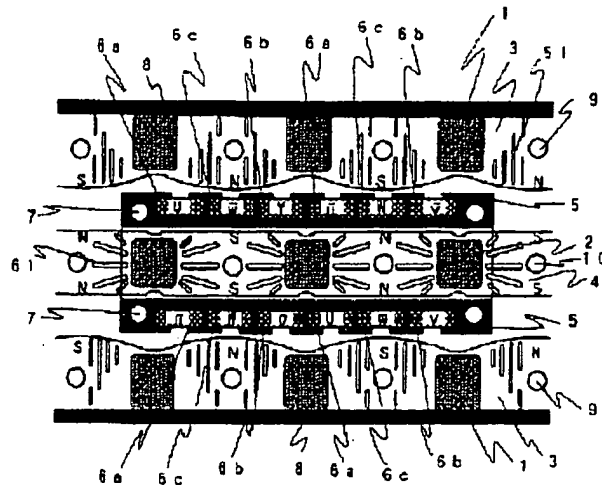
APPLICATION DATE : 30-04-93
 APPLICATION NUMBER : 05124653

APPLICANT : OKUMA MACH WORKS LTD;

INVENTOR : SATAKE AKIYOSHI;

INT.CL. : H02K 41/03

TITLE : LINEAR MOTOR



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a linear motor which is low in a cost, stable in characteristics and mechanically rugged.

CONSTITUTION: A moving element is so constituted that windings 6a, 6b, 6c are provided outside the frame 5 of hollow structure. In a first stator, a plurality of first permanent magnets 1 are so juxtaposed in the moving direction of the moving element that magnetic poles facing against each other through an air gap have a same polarity, and the part of constituting the magnetic poles of the first permanent magnets 1 is covered with a magnetic material 3 made up of a circular arc and a straight line, and the moving element is so constituted as to be excited from the outer surface. In a second stator, a plurality of second permanent magnets 2 are so juxtaposed in the moving direction of the moving element that the magnetic poles facing against each other through an air gap have a same polarity and also the magnetic poles corresponding to the first permanent magnets 1 have a different polarity, and the part of constituting the magnetic poles of the second permanent magnets 2 is covered with a magnetic material 4 made up of a circular arc and a straight line, and the moving element is so constituted as to be excited from the inner surface.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-319250

(43) 公開日 平成6年(1994)11月15日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 2 K 41/03

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7346-5H

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-124653

(22) 出願日 平成5年(1993)4月30日

(71) 出願人 000149066

オークマ株式会社

愛知県名古屋市中北区辻町1丁目32番地

(72) 発明者 佐竹 明喜

愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地の

1 オークマ株式会社内

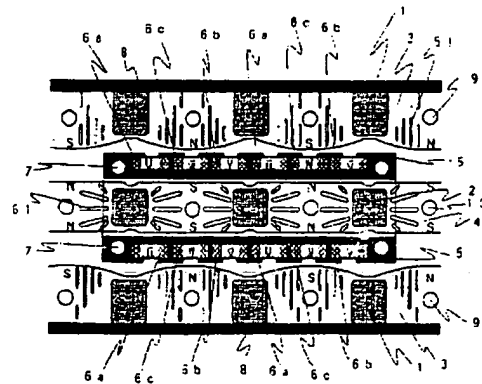
(74) 代理人 弁理士 安形 雄三

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【目的】 リニアモータにおいてコストが低く、特性が安定し、機械的に堅牢なものを提供する。

【構成】 可動子は中空構造のフレーム5の外側に巻線6a、6b、6cが備えられた構成とする。第1の固定子は複数個の第1の永久磁石1が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第1の永久磁石1の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料3にて被覆され、前記可動子をその外面から励磁する構成とする。第2の固定子は複数個の第2の永久磁石2が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように、かつ前記第1の永久磁石1と対応する磁極が異極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第2の永久磁石2の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料4にて被覆され、前記可動子をその内面から励磁する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】中空構造のフレームの外側に巻線が備えられた可動子と、複数個の第1の永久磁石が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第1の永久磁石の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料にて被覆され、前記可動子をその外面から励磁する第1の固定子と、複数個の第2の永久磁石が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように、かつ前記第1の永久磁石と対応する磁極が異極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第2の永久磁石の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料にて被覆され、前記可動子をその内面から励磁する第2の固定子とを備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】前記磁性材料は、複数個の空隙を設けた複数枚の磁性材料板を積層した構造である請求項1に記載のリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工作機械等で位置決め使用するリニアモータに関し、特にその可動子及び固定子の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】工作機械等において直線運動を得るには、機械的な変換（回転機とボールねじや、ラック&ピニオンギアなどによる直線変換）が主に利用されているが、リニアモータを利用することにより機械的な変換が不要になるため、高速化、非接触駆動、ダイレクト・ドライブ、静粛性（発生音が少なく、低振動）、構造のシンプル化、メンテナンスフリーを実現することができる。図8は従来のリニアモータの一例を示す断面図である。鉄心72の内側に、複数個の永久磁石71が隣接する永久磁石71および対向する永久磁石71が互いに異極となるように並設され接着された固定子と、フレーム73に多相（図では、V、W相）の巻線が備えられ、対向する永久磁石71間の空隙にて移動する可動子が具備されるという構造をしている。このタイプのリニアモータでは推力を上げるために、巻線に大電流を流したり、対向する永久磁石間の距離を短くして空隙部の磁束密度を上げるという工夫をしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来のリニアモータでの推力を上げる一方の手段である巻線の大電流化は、巻線からの発熱が制御上問題となるため、他方の手段である空隙部の高磁束密度化が通常採用されている。しかしながら可動子構成体の幅は薄くなり、機械構造的に支持機構への負担が増加するという欠点がある。これを解決するためには複数のリニアモータを並行動作させるようなシステムを作れば良いのだが、永久磁石や可動子（巻線）などが倍以上必要となりコストが上

昇するという問題があった。また、従来のリニアモータでは、焼結体である永久磁石を使用するため衝撃に弱く、組立や運搬の際に永久磁石が破損してしまい不良品となることがある。それを防ぐには樹脂などで永久磁石表面を保護するなどの工夫が必要になるが、樹脂の成型や材料などのコストがかかるという欠点があった。さらに永久磁石はそれぞれ鉄心に接着する必要があるため、接着・乾燥・固定などに時間がかかってしまうという欠点があった。そして、永久磁石により界磁を発生させるが、永久磁石の異極を隣合させて配置させるため、空隙の磁束密度分布は矩形波上に分布することになる。これは、可動子と固定子の間のギャップパーミアンスの変化となり、磁気的な不均衡が原因で推力波形に脈動が生じるという問題があった。本発明は上述した事情から成されたものであり、本発明の目的はコストが低く、特性が安定し、機械的に堅牢なリニアモータを提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、永久磁石を使用したリニアモータに関するものであり、上記目的は中空構造のフレームの外側に巻線が備えられた可動子と、複数個の第1の永久磁石が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第1の永久磁石の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料にて被覆され、前記可動子をその外面から励磁する第1の固定子と、複数個の第2の永久磁石が空隙を介して向かい合う磁極が同極となるように、かつ前記第1の永久磁石と対応する磁極が異極となるように前記可動子の移動方向に並設され、前記第2の永久磁石の磁極を構成する部分が円弧と直線で構成される磁性材料にて被覆され、前記可動子をその内面から励磁する第2の固定子とを具備することにより達成される。

【0005】

【作用】本発明にあっては、2系統の固定子により可動子の内側と外側から励磁できる構造とした為、空隙の磁束密度が向上し、効率の向上が図れる。また、永久磁石の保護・固定のために磁性材料を使用したことにより、前述のことと併せもって材料費及び組立の際の工数や時間の節減ができる。

【0006】

【実施例】以下図面に基づいて本発明の実施例を具体的に説明する。図1は本発明のリニアモータの一例を示す上部より見た部分断面図であり、図2は横から見た部分断面図である。また図3は可動子の進行方向より見た部分断面図である。このリニアモータは、複数のスロットを有するフレーム5とスロットに巻回された多相巻線6a、6b、6cとで構成される可動子を備えている。そして、永久磁石1及び磁性材料板3で構成され、可動子に対して外側より励磁する第1の固定子と永久磁石2及

び磁性材料板4で構成され、可動子に対して内側より励磁する第2の固定子と、第1の固定子及び第2の固定子とを維持する磁性材料ブロック32とで構成される固定子を備えている。

【0007】まず、可動子について説明する。図4に示すようなフレーム5に備えられているスロット11a～11c、12a～12cに多相巻線（図ではU、V、W相の3相）6a、6b、6cが巻かれている。この例ではコの字状のスロットを対11aと12a、11bと12b、11cと12cにして、それらの側面→上面→側面→側面→上面→側面を通して巻線6a、6b、6cが巻かれているが、対のスロットの上面のみ及び側面のみで巻線6a、6b、6cを巻いても良い。これらのスロットは、機械的に巻線を保護する役割と巻線が発生する熱を放熱する役割を併せ持つ。フレーム5にはテーブル21が穴41を貫通するボルト7により直接取り付けられており、可動子とテーブル21との剛性を向上させている。またテーブル21は、リニアベアリング31を介して台座33に直線移動可能に載置されている。

【0008】次に固定子について説明する。可動子に対して外側より励磁する固定子である第1の固定子は、永久磁石1が磁性材料板3の積層体の中に固定される構造をとり、ボルト9により磁性材料ブロック32に固定されている。同様に可動子に対して内側より励磁する固定子である第2の固定子は、永久磁石2が磁性材料板4の積層体の中に固定される構造をとり、ボルト10により磁性材料ブロック32に固定されている。第1の固定子と第2の固定子は、共に磁性材料ブロック32に固定されており磁気回路を構成している。保護板8は、永久磁石1を固定すると同時に第1の固定子を保護する役割を持ち、ボルト9により磁性材料板3と磁性材料ブロック32に共締めされている。固定子全体は台座32に固定されている。図2に示す例では、移動方向に対する可動子の巻線端から巻線端の長さを λ とした時、磁石（磁極）1極の長さを $\lambda/2$ とし、可動子巻線1相分の長さを $\lambda/6$ とするように構成している。

【0009】図5は第1の固定子、図6は第2の固定子の部分拡大図である。磁性材料板3と4は積層体で構成されており、その抜き部分が永久磁石1と2をそれぞれ固定するのに使用される。図5に示す様に第1の固定子では、磁極を構成する曲線部の中心の距離d1と永久磁石2の距離d2は $d1 > d2$ という関係である。また、図6では同様に $d3 > d4$ という関係である。d2、d4の部分は、磁気回路的に見て短絡（空隙の磁気エネルギーの低下）するように働くが、間隔d2、d4が短い為に磁気飽和をする。そのため、永久磁石表面の磁気エネルギーは磁石中心部ほど強く、磁石端に行くほど弱くなる効果がある。可動子側から見るとd1～d2、d3～d4の凹凸と、前記の効果により磁極の磁気エネルギー分布は磁極中心部ほど強く、磁極端に行くほど

弱くなる傾向は顕著となる。推力波形の脈動を低下させるために、空隙部の磁束密度（磁気エネルギー）を正弦波状にするには、d1～d2の凹凸の割合とd2、d4の距離を操作することにより実現できる。

【0010】図5と図6の磁性材料板3、4には、それぞれボルト9、10を通す穴が空いており、これにより磁性材料ブロック32に固定されている。またこの磁性材料板3、4にはそれぞれ空隙51と61が空いているが、これは電機子反作用による磁極内での磁束の片寄りを低減させる働きをさせる役割と、固定子の重量を軽減させる役割を持つ。図7は可動子から見た磁束分布の様子を示している。従来方式の磁束分布では、磁束の分布は矩形波状に分布（波形a）しているが本実施例では、磁極中心ほど磁束分布は高く、磁極の切り替わりでは低くなり、正弦波に近く分布（波形c）し、推力波形の脈動が低減される。ただし、磁性材料板3、4の空隙51と61がない場合、電機子反作用による影響が顕著に出て、高調波を含んだ正弦波状分布（波形b）になってしまい推力波形に脈動として現われることとなる。なお、本発明は前述の図1から図6に限定されるものでなく、図1から図6の可動子と固定子を入れ替えた構造にしても良い。また、図3に示すように可動子の断面はコの字状になっているが、断面を中空の口状にし、第2の固定子に棒状磁石を使用しても良い。

【0011】

【発明の効果】以上のように本発明によるリニアモータによれば、可動子を中空構造にし可動子の内側と外側から励磁するため、磁気回路的に見て有効に永久磁石の磁気エネルギーを使用して、効率を向上させることができると共に可動子の機械的構造を強化することができる。また永久磁石を保護・固定するために磁性材料を使用したことにより、運搬の際の不良率を低下させることができると共に、従来の永久磁石の接着等の工数を削減することができる。さらに、磁極を構成する磁性材料板は凹凸が設けられていると共に、磁極が異極になる部分が磁気回路的に短絡されているため、固定子から見ると磁気エネルギー分布（磁束密度）は、磁石（磁極）中心程高くなっており、逆に磁石（磁極）中心から離れる程低くなっている。このことにより、磁束密度分布は正弦波に近づくことになり、推力波形の脈動を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のリニアモータの一例を示す上部より見た部分断面図である。

【図2】本発明のリニアモータの一例を示す横から見た部分断面図である。

【図3】本発明のリニアモータの一例を示す可動子の進行方向より見た部分断面図である。

【図4】本発明のリニアモータの可動子のフレームの一例を示す斜視図である。

(4)

特開平6-319250

5

6

【図5】本発明のリニアモータの第1の固定子の部分拡大図である。

【図6】本発明のリニアモータの第2の固定子の部分拡大図である。

【図7】本発明のリニアモータの可動子側から見た磁束分布の様子を示した図である。

【図8】従来のリニアモータの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

1、2、71 永久磁石

3、4 磁性材料板

5、73 フレーム

6a、6b、6c、74a、74b、74c 巻線

7、9、10 ボルト

8 保護板

11a、11b、11c、12a、12b、12c スロット

21 テーブル

31 リニアベアリング

32 磁性材料ブロック

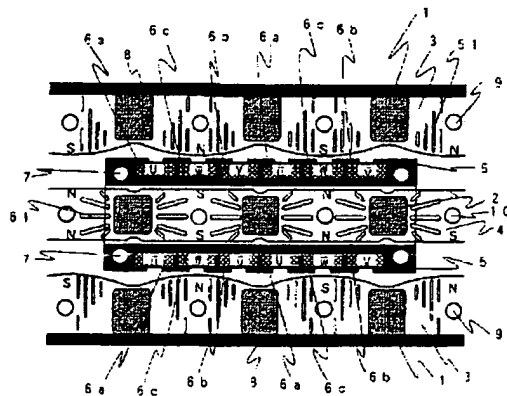
33 台座

10 41 ボルト穴

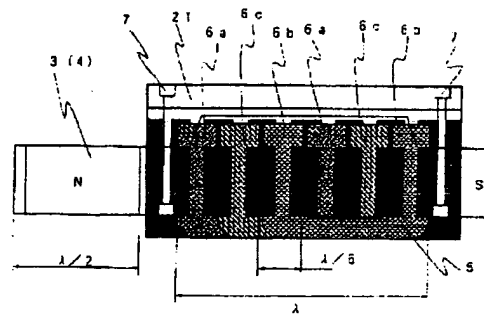
51、61 空隙

72 鉄心

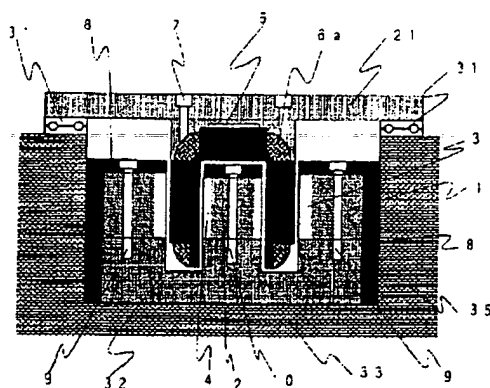
【図1】



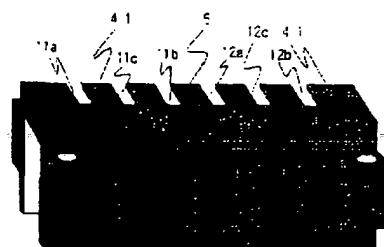
【図2】



【図3】



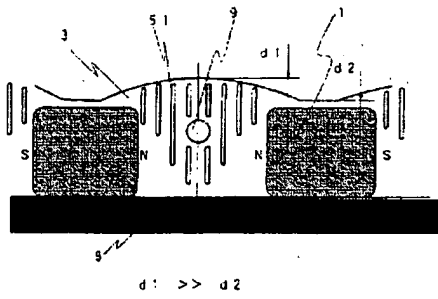
【図4】



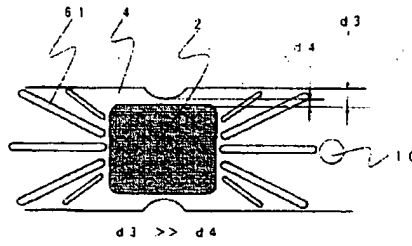
(5)

特開平6-319250

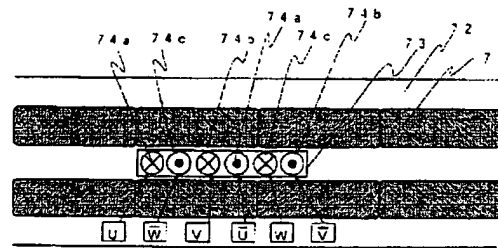
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

